

OCENA ZAMULANIA MAŁYCH ZBIORNIKÓW WODNYCH ZLOKALIZOWANYCH W SILNIE ERODOWANEJ ZLEWNI ROLNICZEJ

Szymon Szewrański, Józef Sasik, Romuald Żmuda

Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska, Akademia Rolnicza we Wrocławiu

Wstęp

Erozja wodna w znacznym stopniu wpływa na jakość wód powierzchniowych [RAJDA i in. 1992, 1994; HUDSON, MOSSA 1997; HUANG 1998; ZHANG i in. 1998; JÓZEFACIUK, JÓZEFACIUK 1999; LENZI, MARCHI 2000; STEEGEN i in. 2000]. Zmywana gleba dostaje się do cieków i zbiorników wodnych, rumowisko zanieczyszcza wodę ograniczając możliwości jej wykorzystania. Zmniejszają się objętości zbiorników wodnych, zamulane są urządzenia hydrotechniczne, spada produktywność łąisk i stawów hodowlanych [WINPENNY 1995; LU, HIGGITT 1998; MADEYSKI 1998; MADEYSKI, PARZONKA 1999; VALERO-GARCÉS i in. 1999].

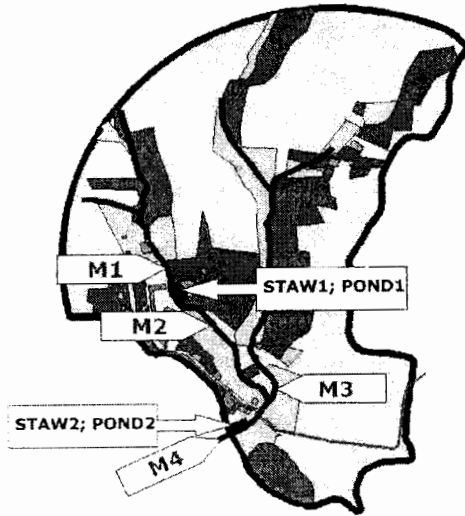
Celem pracy było rozpoznanie wielkości akumulacji rumowiska w małych zbiornikach wodnych oraz ocena występowania okresów potencjalnie największego natężenia erozji wodnej na obszarze zlewni, jako elementu ochrony tychże zbiorników przed nadmiernym zamulaniem. Badania erozyjne prowadzono na obszarze Wzgórz Trzebnickich rozciągających się na północ od Wrocławia. Wytypowana zlewnia ciek Mielnica położona jest na południowych krańcach Wzgórz i od ponad 20 lat jest obiektem intensywnych badań.

Materiały i metody badań

Powierzchnia całkowita zlewni Mielnicy wynosi 7,114 km². Administracyjnie obiekt badawczy zlokalizowany jest w granicach województwa dolnośląskiego, w południowo-zachodniej Polsce. Długość zlewni wynosi około 3,7 km, a szerokość 1,8 km. Średni jej spadek 2,9%. Zlewnia jest bogato ukształtowana i charakteryzuje się typowo wyżynną rzeźbą terenu. Średnie nachylenie zboczy zlewni, obliczone na podstawie mapy spadków jako średnia ważona, wynosi 8%.

Gleby zlewni Mielnicy zostały opisane na podstawie analiz map glebowo-rolnych i składu granulometrycznego próbek glebowych. Pod względem gatunkowym prawie cały obszar zlewni jest jednorodny i pokrywa go w zasadzie jeden gatunek gleb – lessy. Duży udział lessów (95% całkowitej powierzchni) sprawia, iż zlewnia ta jest bardzo narażona na procesy erozyjne, które są dodatkowo potęgowane silnie rozwiniętą gospodarką rolną [ŻMUDA 1998; PŁYWACZYK i in. 1999; SASIK i in. 2000; SZEWRANSKI i in. 2000].

W dolnej części zlewni zlokalizowane są dwa przepływowe zbiorniki wodne. Pierwszy z nich pełni funkcję stawu przypałacowego. W 1996 roku została przeprowadzona jego konserwacja i w efekcie powstał staw o niewielkiej powierzchni 40 arów. Drugi obiekt, o powierzchni 33 arów, został wybudowany w roku 1997 na terenie prywatnym i jest zlokalizowany w pobliżu przekroju zamykającego zlewnię. W stawie prowadzi się intensywny chów karpia. Aby ocenić wpływ stawów na ilość sedymentu w wodzie, na cieku głównym oraz jego dopływie zainstalowano cztery stanowiska pomiarów hydrologicznych i batometrycznych – M1–M4. Lokalizacja punktów pomiarowych pozwoliła kontrolować jakość wód zarówno dopływających, jak i odpływających ze zbiorników (rys. 1).



M1, M2, M3, M4 – przekroje hydrometryczne; hydrometric cross-sections

Rys. 1. Organizacja badań na obiekcie
Fig. 1. Survey research on the site

W badaniach prowadzonych w latach hydrologicznych 1998/1999–1999/2000 wykorzystano metodę bezpośrednich pomiarów i obserwacji terenowych, badania laboratoryjne oraz studia kameralne. W trakcie prac wykonywano m.in.:

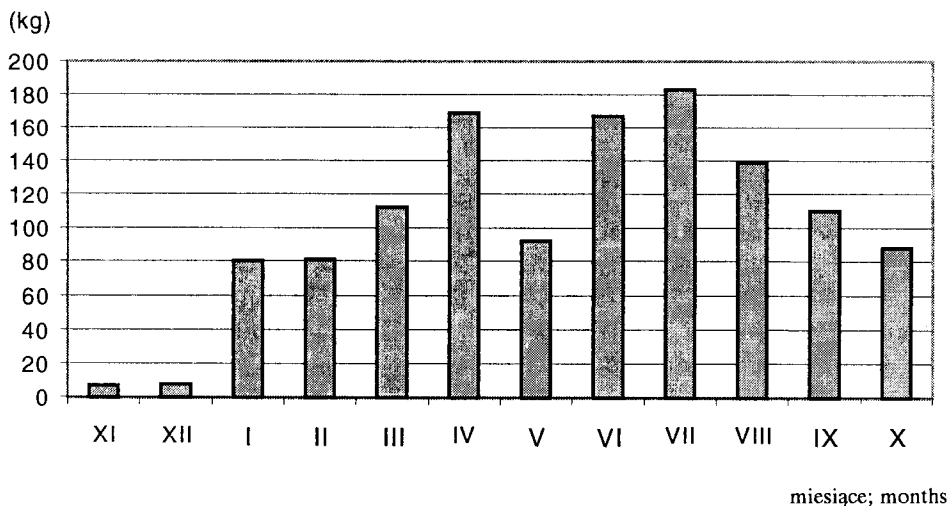
- codzienne pomiary stanów wody;
- okresowe pomiary natężenia przepływu w cieku Mielnica;
- codzienne pomiary batometryczne, w przekrojach powyżej i poniżej zbiorników;
- pomiary meteorologiczne (opady, temperatura powietrza).

W ujęciu roku hydrologicznego określono całkowite ilości sedymentu zakumulowanego w poszczególnych stawach. W pracy wykorzystano również wyniki wieloletnich badań prowadzonych w Instytucie Kształtowania i Ochrony Środowiska Akademii Rolniczej we Wrocławiu. Na podstawie danych archiwalnych z lat 1977/1978–1993/1994 dokonano wstępnej oceny okresów potencjalnie największego natężenia erozji wodnej na obszarze zlewni.

Wyniki badań

Znajomość średniego zmaczenia w danym dniu oraz średniego dobowego natężenia przepływu wody w cieku umożliwiło obliczenie dobowych ilości materiału glebowego wynoszonego poza poszczególne przekroje pomiarowe. Zbilansowanie tych wielkości pozwoliło określić ilości sedimentów akumulujących się w poszczególnych zbiornikach.

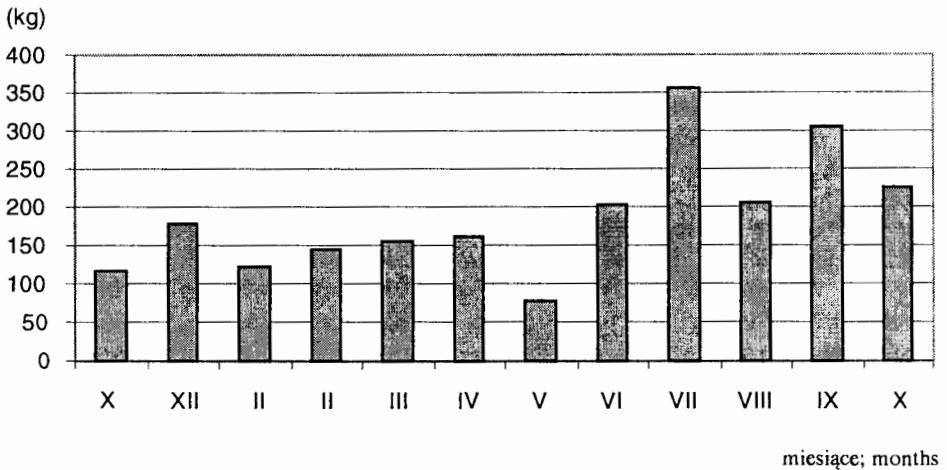
W stawie 1 w roku hydrologicznym 1998/1999 łącznie zostało zakumulowane 1235 kg materiału glebowego, co stanowi około 23% całości rumowiska dopływającego. W półroczu zimowym wartości te wynosiły odpowiednio 457 kg – 18%, a w letnim 779 kg – 28%. Najwięcej, bo 183 kg rumowiska, uległo depozycji w lipcu. Najwyższą akumulację zanotowano w sierpniu i wyniosła ona blisko 40%. Szczególnie intensywne dostawy materiału do stawu miały miejsce w marcu oraz w okresie od maja do lipca. Potwierdza się tu, omówiona w dalszej części pracy, ogólna tendencja występowania zjawisk erozyjnych na obszarze zlewni. Miesięczne sumy rumowiska zdeponowanego w stawie 1 w roku hydrologicznym 1998/1999 przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Miesięczne ilości rumowiska zakumulowane w stawie 1 w roku hydrologicznym 1998/1999

Fig. 2. The monthly sediment loads trapped in Pond 1, in hydrological year 1998/1999

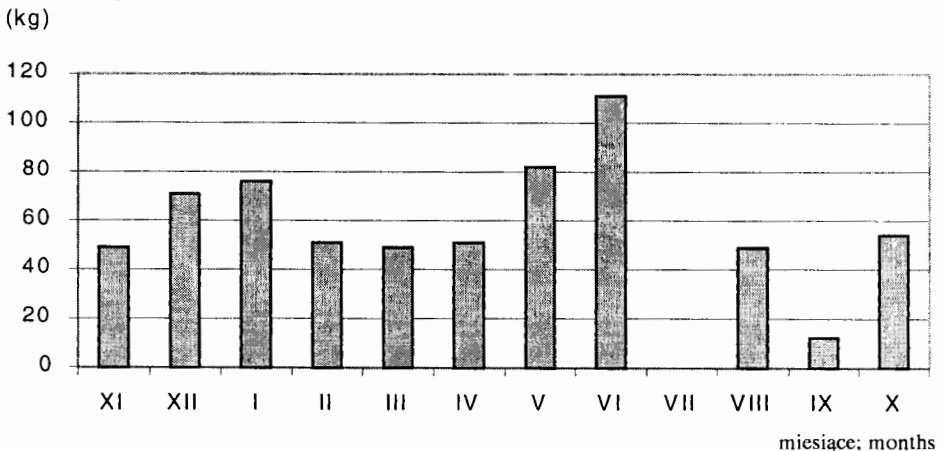
W roku hydrologicznym 1999/2000 w stawie 1 zostało zakumulowane około 20% całkowitej ilości dopływającego rumowiska. Łączna masa depozytu wyniosła 2252 kg. W poszczególnych półroczach hydrologicznych przeciętnie w obrębie zbiornika pozostawało około 20% dostarczanego materiału, co stanowiło 881 kg w okresie zimowym i 1371 kg w letnim. Największą akumulację zanotowano w lipcu (356 kg), najmniejszą zaś w maju (78 kg). Procentowo najwyższą wartość wystąpiła w październiku – 35%. Okresy najintensywniejszych dostaw materiału przypadły na przełom stycznia i lutego, marzec oraz lipiec. Zestawienie miesięcznych sum rumowiska zdeponowanego w stawie 1 przedstawiono na rys. 3.



Rys. 3. Miesięczne ilości rumowiska zakumulowane w stawie 1 w roku hydrologicznym 1999/2000

Fig. 3. The monthly sediment loads trapped in Pond 1, in hydrological year 1999/2000

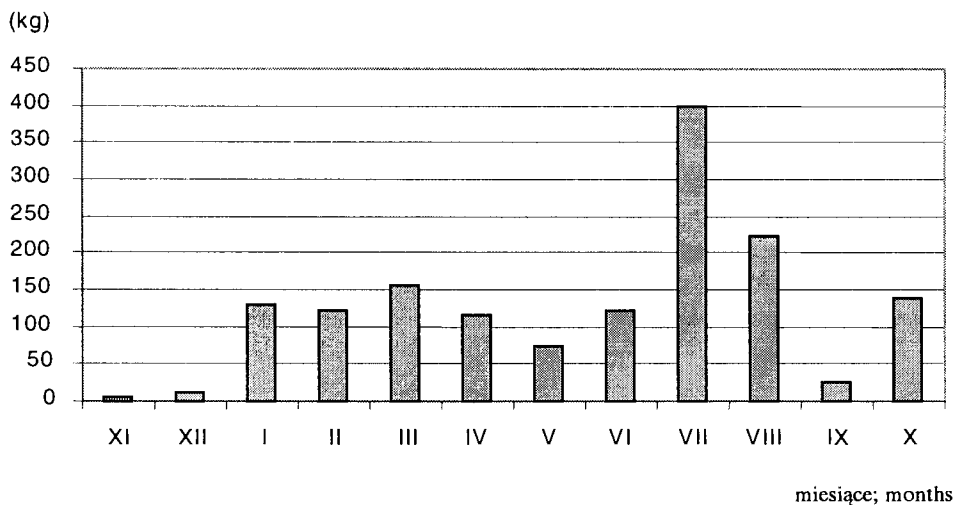
Podobnej analizie poddano dopływy i odpływy ładunku rumowiska ze stawu 2. W pierwszym roku badań łącznie zostało zdeponowane 634 kg materiału (15%). W półroczu zimowym w obrębie zbiornika pozostało 346 kg (16%) rumowiska, natomiast w letnim – 288 kg (13%). Najwięcej rumowiska – 111 kg uległo depozycji w czerwcu. W styczniu natomiast zanotowano najwyższy procentowy stopień akumulacji – 35%. Okresy wzrostu intensywności dostaw w zasadzie są identyczne jak w stawie 1. Związane są one bowiem z całokształtem zjawisk erozyjnych zachodzących na obszarze zlewni. Sumy rumo wiska zdeponowane w stawie 2 w poszczególnych miesiącach w roku hydrologicznym 1998/1999 przedstawiono na rys. 4.



Rys. 4. Miesięczne ilości rumowiska zakumulowane w stawie 2 w roku hydrologicznym 1998/1999

Fig. 4. The monthly sediment loads trapped in Pond 2, in hydrological year 1998/1999

W roku hydrologicznym 1999/2000 w stawie 2 zakumulowało się łącznie 1525 kg rumowiska – około 16% ilości dopływającego. Odpowiednio w półroczu zimowym wartość ta wyniosła 542 kg (15%), a w letnim: 983 kg (17%). Największą akumulację zanotowano w lipcu (398 kg), najmniejszą zaś w listopadzie (11 kg). W ujęciu procentowym najwięcej, bo 32% dopływającego materiału, zostało zdeponowane w październiku. Miesięczne sumy rumowiska zdeponowanego w stawie 2 przedstawiono na rys. 5.



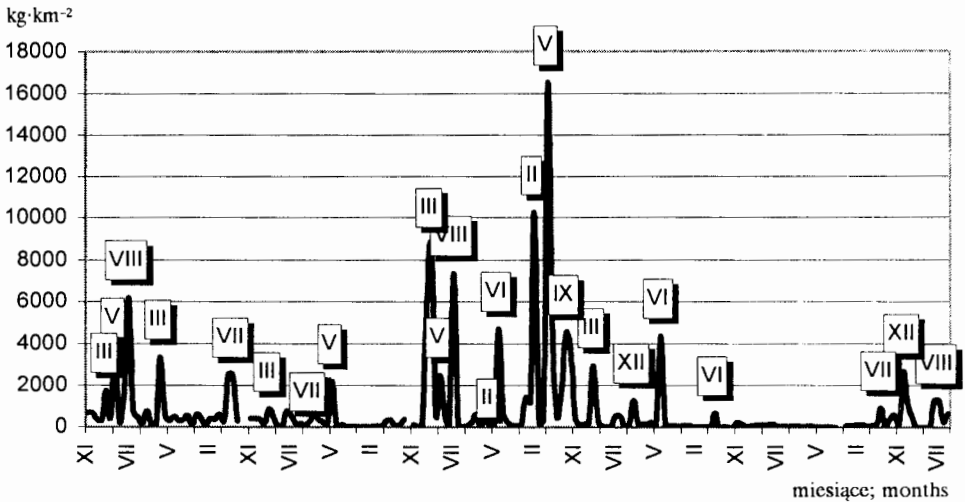
Rys. 5. Miesięczne ilości rumowiska zakumulowane w stawie 2 w roku hydrologicznym 1999/2000

Fig. 5. The monthly sediment loads trapped in Pond 2, in hydrological year 1999/2000

Wraz z nasileniem się procesów erozyjnych rośnie zawartość rumowiska w cieku, a to z kolei intensyfikuje zamulanie zbiorników. Znajomość okresów pojawiania się nasilonych zmian erozyjnych może być cennym narzędziem w prowadzeniu gospodarki stawowej. W niniejszej pracy podjęto próbę wyznaczenia wspomnianych przedziałów czasowych. Wyżej przedstawione wyniki pomiarów zostały wzbogacone o wstępne analizy szeregu czasowego denudacji jednostkowej oraz prawdopodobieństwo pojawiania się ekstremalnych zjawisk erozyjnych.

Do wyznaczenia okresów o największej możliwej dostawie materiału glebowego do zbiorników posłużono się szeregiem czasowym denudacji jednostkowej z lat 1977/1978–1993/1994 (rys. 6).

Stwierdzono, że miesiącami, w których możliwe jest pojawienie się znacznych ilości materiału glebowego w cieku, są: marzec, maj, czerwiec, lipiec oraz sierpień. Dla tych miesięcy sporządzono krzywe prawdopodobieństwa występowania średnich dobowych denudacji jednostkowych (wraz z wyższymi). Dla zadanych wielkości prawdopodobieństwa 5%, 10% oraz 25% odczytano następujące wartości denudacji (wraz z wyższymi): w marcu – 16, 57 i 110,7 kg·km⁻²; w maju – 6, 11 i 17 kg·km⁻²; w czerwcu – 6, 12 i 25 kg·km⁻²; w lipcu – 7, 23 i 69 kg·km⁻²; natomiast w sierpniu – 8, 21 oraz 64 kg·km⁻². Z powyższych wartości wynika, iż potencjalne zagrożenie zamulania zbiorników może mieć szczególnie intensywny przebieg w marcu oraz lipcu i sierpniu.



Rys. 6. Szereg czasowy wielkości denudacji jednostkowej na obszarze zlewni Mielnicy
 Fig. 6. Time series chart of the sediment yield value in the Mielnica catchment

W miesiącach tych wielkości denudacji o zadanym prawdopodobieństwie są wyraźnie większe niż w maju i czerwcu. Dodatkowo przeanalizowano rozkład denudacji o prawdopodobieństwie wystąpienia 25% (wraz z wyższymi). Z przeprowadzonej analizy wynika, że najczęściej zjawisk erozyjnych stanowiących potencjalne zagrożenie dla zbiorników wodnych miało miejsce w dniach: 5–20 III, 1–5 V, 5–20 VII oraz 5–20 VIII. W czerwcu zjawiska te występowały równomiernie w trakcie całego miesiąca. Reasumując, z punktu widzenia potrzeb ochrony stawów przed nadmiernym zamulaniem, największego zagrożenia należałoby spodziewać się w pierwszej dekadzie marca oraz w okresie od lipca do sierpnia. Gospodarka wodna prowadzona na zbiornikach służących do chowu ryb, położonych w terenach silnie erodowanych, powinna uwzględniać znaczenie gwałtownych wiosennych roztopów oraz intensywnych letnich burz.

Wnioski

Przeprowadzone badania i analizy pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

1. Na intensywność transportu rumowiska unoszonego w cieku wpływa natężenie procesów erozyjnych zachodzących na obszarze zlewni.
2. Zbiorniki w istotny sposób wpływają na ilość materiału unoszonego ciekami. W stawie 1, średnio w ciągu roku, może pozostać od 20 do 23% całkowitej masy dopływającego rumowiska, a w stawie 2 od 15 do 16%.
3. Ilość deponowanego materiału glebowego w zbiornikach wodnych uzależniona jest od prowadzonej gospodarki wodnej i przebiegu warunków hydrometeorologicznych.
4. Największe potencjalne zamulanie stawów może występować w terminach: 5–20 marca, 1–5 maja oraz w okresie od lipca do sierpnia.

Literatura

- HUANG C. 1998. *Sediment regimes under different slope and surface hydrologic conditions*. Soil Sci. Soc. Am. J. 62: 423–430.
- HUDSON P.F., MOSSA J. 1997. *Suspended sediment transport effectiveness of three large impounded rivers, US Gulf Coastal Plain*. Environ. Geol. 32(4): 263–273.
- JÓZEFACIUK A., JÓZEFACIUK CZ. 1999. *Ground erosion control (in Polish)*. Wyd. IUNG, Puławy: 110 ss.
- LENZI M.A., MARCHI L. 2000. *Suspended sediment load during floods in a small stream of the Dolomites (northeastern Italy)*. Catena 39: 267–282.
- LU X., HIGGITT D.L. 1998. *Recent changes of sediment yield in the Upper Yangtze, China*. Environ. Manage. 22(5): 697–709.
- MADEYSKI M. 1998. *Hydraulic and reological features of fish pond silting process*. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Rozprawy nr 236: 95 ss.
- MADEYSKI M., PARZONKA W. 1999. *Physical and rheological features of bottom sediments from selected fish ponds*. Roczn. AR w Poznaniu, CCCX 20, Cz. 2: 51–59.
- PEYWACZYK L., ŻMUDA R., SASIK J. 1999. *Water erosion in Trzebnica Hills catchment on background of hydrological conditions*. Roczn. AR w Poznaniu, CCCX 20, Cz. 1: 151–163.
- RAJDA W., KOWALIK T., MARZEC J., OSTROWSKI K. 1992. *Wpływ ukształtowania mikro-zlewni rolniczej na ilość i skład chemiczny odpływu*. Zesz. Nauk. AR w Krakowie 273: 124–132.
- RAJDA W., OSTROWSKI K., KOWALIK T., MARZEC J. 1994. *Erozja chemiczna w mikro-zlewniach rolniczych na terenie podgórskim*. Roczn. AR w Poznaniu, CCLXVI 14: 139–152.
- SASIK J., LICZNAK P., SZEWEŃSKI S., ŻMUDA R. 2000. *The influence of small retention reservoirs on amounts of chemical compounds and sediments carried out from loess agricultural catchment in Trzebnica Hills*. Raport końcowy z grantu. Wrocław.
- STEEGEN A., GOVERS G., NACHTERGAELE J., TAKKEN I., BEUSELINCK L., POESEN J. 2000. *Sediment export by water from an agricultural catchment in the Loam Belt of central Belgium*. Geomorphology 33: 25–36.
- SZEWEŃSKI S., ŻMUDA R., LICZNAK P. 2000. *Water erosion of agricultural loess catchment in Trzebnica Hills*. Acta Agrophysica 35: 191–199.
- VALERO-GARCÉS B.L., NAVAS A., MACHÍN J., WALLING D. 1999. *Sediment sources and siltation in mountain reservoirs: a case study from the Central Spanish Pyrenees*. Geomorphology 28: 23–41.
- WINPENNY J.T. 1995. *Values for the environment: a guide to economic appraisal*. PWE, Warszawa: 376 ss.
- ZHANG X.C., NEARING M.A., MILLER W.P., NORTON L.D., WEST L.T. 1998. *Modelling interrill sediment delivery*. Soil Sci. Soc. Am. J. 62: 438–444.
- ŻMUDA R. 1998. *Influence of hydrometeorological factors on intensity of water erosion in the Mielnica stream catchment on Trzebnica Hills area*. Bibliotheca Fragmenta Agronomica 4A: 41–63.

Słowa kluczowe: erozja wodna, rumowisko unoszone, sedymentacja, stawy rybne

Streszczenie

Badania prowadzono na terenie małej zlewni rolniczej w okresie lat hydrologicznych 1998/1999–1999/2000. Codzienne pomiary batometryczne i hydrologiczne wykonywano w czterech przekrojach pomiarowych zlokalizowanych powyżej i poniżej dwóch zbiorników wodnych o łącznej powierzchni 0,8 ha. W ujęciu roku hydrologicznego określono całkowite ilości sedymentu zakumulowanego w poszczególnych stawach. Na podstawie danych archiwalnych z lat 1977/1978–1993/1994 dokonano wstępnej oceny okresów potencjalnie największego natężenia erozji wodnej na obszarze zlewni.

ASSESSMENT OF SILTING UP PROCESS OF SMALL WATER RESERVOIRS LOCATED IN A HIGHLY ERODED AGRICULTURAL CATCHMENT

Szymon Szewrański, Józef Sasik, Romuald Żmuda
Institute of Environmental Development and Protection,
Agricultural University, Wrocław

Key words: water erosion, suspended sediment, sedimentation, fish ponds

Summary

The investigations were carried out in a small agricultural catchment area in the hydrological years 1998/1999–1999/2000. The daily bathometrical and hydrological measurements were made in four cross sections above and below two small ponds of a total area of 0.8 ha. Regarding the hydrological year, the total suspended loads supplied and carried out from the ponds were determined. The potential erosion risk and pond silting up hazard were analysed on the background of archive data from the years 1977/1978–1993/1994.

Dr inż. Szymon **Szewrański**
Instytut Kształtowania i Ochrony Środowiska
Akademia Rolnicza
pl. Grunwaldzki 24
50–363 WROCŁAW
e-mail: sionek@miks.ar.wroc.pl.